北部地區飼料甘藷低投入省工栽培系統建立

莊淩釗 [1]*

摘要

本試驗 101 年至 103 年於本桃園縣新屋鄉 (本場) 作業田進行，主要目的係探討北部地區飼料甘藷的低投入省工栽培技術。結果顯示，以桃園 3 號品種耕犁 2 次作畦配合塑膠軟管噴灌處理 21.5 t ha^{-1} 最高；灌溉方式以旋轉噴灌 11.6 t ha^{-1} 最高；耕犁方式則以耕犁 2 次作畦甘藷產量 13.9 t ha^{-1} 最高；品種則以桃園 3 號 13.4 t ha^{-1} 最高，造成試驗產量不佳原因，係因每年於 9 月均遭遇颱風淹水所致。另整地作畦費用每公頃 20,000 元，本試驗作畦較不作畦處理，甘藷產量高約 3,000 公斤，甘藷每公斤 10 元計，共計 30,000 元，故整地費用並無法涵蓋其產量的損失。故本試驗暫推薦北部地區甘藷栽種以塑膠軟管噴灌配合耕犁 2 次作畦為最佳方式。

關鍵詞：北部地區、飼料甘藷、低投入省工栽培系統。

前言

隨著全球人口不斷增加與不當的土地資源開發及能源使用，二氧化碳、甲烷和氧化亞氮等溫室氣體的排放量增加，該等溫室氣體造成過度的溫室效應，使地表溫度昇高及改變地球的氣候，因而影響了地球的生態系統，以及糧食作物的生產與供應，導致生物與人類面臨適應困難的危機 (張家豪，2004；林斐婷，2008；陳昱绮，2014)。台灣也正面臨全球二氧化碳及其他溫室氣體增加的威脅，氣候變遷對農糧作物生產造成影響，諸如地表溫度昇高慣種作物適應性降低、病蟲種類變遷危害加劇、長期乾旱或豪雨成災等，因此亟需建立農糧作物生產的適應模式，以因應該等極端氣候對農糧作物生產的影響 (鄧等 1998；王，2003；Bullock,1992；Crookston,1991)。台灣北部地區近年來因國民稻米取食量降低，以及灌溉水源的不足供應，導致水稻田大面積休耕，在全球面臨糧食及能源危機之際，水稻田長期休耕終必影響國內糧食供應，因此為因應氣候變遷導致糧食及能源短缺的危機，亟需有效利用及活化休耕水稻田。本研究擬針對北部地區休耕水稻田進行轉作飼料甘藷低投入省工栽培技術研究。

1 桃園區農業改良場作物環境課副研究員 chuang@tydais.gov.tw。
* 通訊作者電子信箱：chuang@tydais.gov.tw；電話：03-4768216#330。

材料與方法

本試驗 101 年至 104 年於桃園縣新屋鄉桃園區農業改良場試驗田進行，供試作物為甘藷 3 品種 (桃園 3 號、台農 10 號及台農 31 號)。試驗處理：以溝灌、塑膠軟管噴灌及旋轉噴灌三種灌溉方式為主試因 (主區)，副試因 (副區)為耕犁二次作畦、耕犁二次不作畦及耕犁一次不作畦三種耕犁方式。試驗設計採裂區設計 (SPD)，主試因及副試因各 3 種、3 重複，合計 27 小區，每小區 15 m×10 m＝150 m^2。施肥量及施肥方法：依作物施肥手冊肥料推薦量及施肥方法。調查項目：農藝性狀、產量、病蟲害、土壤肥力、灌水量估算及經濟效益等。

土壤 pH 值以土：水＝ 1：5 (w/v)，平衡 1 h 後以玻璃電極法測定 (McLean, 1982)。電導度 (EC) 以土：水 = 1：5 (w/v)，振盪 1 h 後過濾，以電導度計測定 (Rhoades, 1982)。土壤有機質含量以 Walkley-Black 法測定 (Nelson and Sommers, 1982)。磷以 Bray-I 法萃取，濾液以鉬藍法比色測定 (Olsen and Sommers, 1982) 。交換性鉀、鈣及鎂以 Mehlich-I 法萃取，萃取液以火焰分光光度計測定交換性鉀含量 (Knudsen *et al*., 1982)，以感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP) 測定交換性鈣及鎂含量 (Flannery and Markus, 1980) 。

測值以 SAS (Statistical Analysis System 6.10, SAS Institute, 1990) 程式進行變方分析，再以 Fisher LSD 進行處理間平均值之差異分析。

結果與討論

一、不同處理對甘藷產量之影響

由表 1–4 得知甘藷產量介於 5.4–21.5 t ha^{-1}，其中桃園 3 號塑膠軟管噴灌配合耕犁 2 次作畦 21.5 t ha^{-1} 最高，而台農 10 號塑膠軟管噴灌配合耕犁 2 次不作畦 5.4 t ha^{-1} 最低。而灌溉方式以旋轉噴灌 11.6 t ha^{-1} 最高，較溝灌 9.9 t ha^{-1}，增產 1.7 t ha^{-1}，增產率為 17.2%，次為塑膠軟管噴灌 10.6 t ha^{-1}，增產 0.7 t ha^{-1}，增產率為 7.1%，惟處理間未達 5%顯著差異。不同耕犁方式，以耕犁 2 次作畦 13.9 t ha^{-1} 最高，且與其他處理間達 5%顯著差異，次為耕犁 2 次不作畦 11.6 t ha^{-1}，較耕犁 1 次不作畦 10.6 t ha^{-1}，分別增產 3.3 t ha^{-1} 及 1.0 t ha^{-1}，增產率為 31.1%及 9.4%。不同品種以桃園 3 號 13.4 t ha^{-1} 最高，且與其他處理間達 5%顯著差異，次為台農 10 號 8.7 公噸，較最差台農 31 號 8.2 t ha^{-1}，分別增產 5.2 t ha^{-1} 及 0.5 t ha^{-1}，增產率為 63.4%及 6.1%。

甘藷蔓藤重量介於 60–87.5 t ha^{-1}，灌溉方式以塑膠軟管噴灌 76.8 t ha^{-1} 最高，較溝灌 67.3 t ha^{-1}，增產 9.5 t ha^{-1}，增產率為 14.1%，次為旋轉噴灌 75.4 t ha^{-1}，增產 8.1 t ha^{-1}，增產率為 12%，且處理間未達 5%顯著差異。不同耕犁方式，以耕犁 1 次不作畦 75.8 t ha^{-1}

最高，次為耕犁 2 次不作畦 74.3 t ha^{-1}，較耕犁 2 次作畦 69.4 t ha^{-1}，分別增產 6.4 t ha^{-1} 及 4.9 t ha^{-1}，增產率為 8.4%及 2.0%。不同品種以台農 10 號 76.6 t ha^{-1} 最高，次為台農 31 號 73.8 t ha^{-1}，較桃園 3 號 69.1 t ha^{-1} 最低，分別增產 7.5 t ha^{-1} 及 4.7 t ha^{-1}。經過 3 年 (101–103 年) 每小區 0.13 公頃的用水量以溝灌 22.2 t 最低，次為旋轉噴灌 24.8 t，用水量最多為塑膠軟管噴灌的 51.7 t。

本試驗結果之甘藷產量及藤蔓變方分析表如表 5，得知灌溉方式之甘藷藤蔓及耕犁方式與品種之甘藷產量差異均達 1%極顯著水準，另品種間之藤蔓差異達 5%顯著水準。

表 1. 不同處理對甘藷產量及藤蔓重量之影響

Table 1. Effects of different treatments on the yield and vines weight of sweet potato.

處理	藷塊小區產量 (kg 100m^{-2})	藷塊產量 (t ha^{-1})	藤蔓小區重量 (t ha^{-1})	藤蔓重量 (t ha^{-1})
1A(1)[z]	112.8	17.5	12.0	60.0
1A(2)	91.6	15.1	13.5	67.5
1A(3)	75.5	12.6	13.0	65.0
1B(1)	57.4	8.9	12.8	64.0
1B(2)	39.0	6.5	14.5	72.5
1B(3)	32.0	6.0	13.8	69.0
1C(1)	65.7	10.6	13.0	65.0
1C(2)	39.2	7.1	15.5	77.5
1C(3)	33.3	6.2	13.0	65.0
2A(1)	116.4	17.6	14.3	71.5
2A(2)	96.7	15.3	13.5	67.5
2A(3)	67.5	10.9	14.5	72.5
2B(1)	89.8	13.0	15.8	79.0
2B(2)	28.8	5.4	16.3	81.5
2B(3)	34.0	5.7	13.8	69.0
2C(1)	70.8	10.5	15.5	77.5
2C(2)	30.7	5.7	16.5	82.5
2C(3)	44.2	7.3	15.5	77.5
3A(1)	149.8	21.5	14.7	73.5
3A(2)	68.0	10.7	14.5	72.5
3A(3)	70.0	11.3	14.9	74.5
3B(1)	67.3	11.2	12.8	64.0
3B(2)	33.3	6.2	16.4	82.0
3B(3)	32.0	6.0	17.5	87.5
3C(1)	69.2	10.2	13.5	67.5
3C(2)	34.6	6.4	17.2	86.0
3C(3)	42.6	7.6	16.8	84.0

[z] 1、2、3：溝灌、旋轉噴灌及塑膠管噴灌。

A、B、C：耕犁 2 次作畦、耕犁 2 次不作畦及耕犁 1 次不作畦。

(1)、(2)、(3)：桃園 3 號、台農 10 號及台農 31 號。

表 2. 不同灌溉方式對甘藷及藤蔓產量之影響

Table 2. Effects of different irrigation on the yield and vines weight of sweet potato.

灌溉方式	甘藷產量 (t ha^{-1})	產量指數	藤蔓重量 (t ha^{-1})	藤蔓指數	用水量 (t/0.13ha)
1 溝灌	9.9a[x]	100	67.3b	100	22.2
2 旋轉噴灌	11.6a	117.2	75.4a	112	24.8
3 塑膠軟管噴灌	10.6a	107.1	76.8a	114.1	51.7

表 3. 不同耕犁方式對甘藷及藤蔓產量之影響

Table 3. Effects of different tillage on the yield and vines weight of sweet potato.

耕犁方式	甘藷產量 (t ha^{-1})	產量指數	藤蔓產量 (t ha^{-1})	藤蔓指數
A 耕犁 2 次作畦	13.9a[x]	131.1	69.4a	91.6
B 耕犁 2 次不作畦	11.6b	109.4	74.3a	98.0
C 耕犁 1 次不作畦	10.6b	100	75.8a	100

表 4.不同品種對甘藷及藤蔓產量之影響

Table 4. Effects of different variety on the yield and vines weight of sweet potato.

品種	甘藷產量 (t ha^{-1})	產量指數	藤蔓產量 (t ha^{-1})	藤蔓指數
(1)桃園 3 號	13.4a[x]	163.4	69.1b	93.6
(2)台農 10 號	8.7b	106.1	76.6a	103.8
(3)台農 31 號	8.2b	100	73.8ab	100

[x] LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。
Means values within column followed the same letter are not significant by LSD at 5% probability level.

表 5. 甘藷產量及藤蔓重量變方分析表

Table 5. Analysis of variance for the yield and vines weight of sweet potato

變因	自由度	產量	蔓藤
灌溉方式	2	N.S.	**
耕犁方式	2	**	N.S.
品種	2	**	*
灌溉方式×耕犁方式	4	N.S.	N.S.
灌溉方式×品種	4	N.S.	N.S.
耕犁方式×品種	4	N.S.	N.S.
灌溉方式×耕犁方式×品種	8	N.S.	N.S.
總計	26		

**，*Significant at 1% and 5%level, respectively.
N.S.: not significant.

二、不同處理對土壤肥力之影響

由表 6–8 得知不同灌溉方式對土壤肥力之影響，pH 5.4–5.7，EC 0.073–0.088 dS m^{-1}，OM:19.4–20.3 g kg^{-1}，其餘 P:6–7 mg kg^{-1}，K:85–100 mg kg^{-1}，Ca:382–429 mg kg^{-1}，Mg:87–102 Kg ha^{-1}，其中以溝灌方式最高。不同耕犁方式土壤 pH 5.5–5.6，EC 0.073–0.084 dS m^{-1}，OM:17.8–21.5 g kg^{-1}，其餘 P:5–8 mg kg^{-1}，K:81–105 mg kg^{-1}，Ca:376–422 mg kg^{-1}，Mg:92–95 mg kg^{-1}，各處間雖有差異但未有一致性。不同品種土壤 pH 5.5–5.6，EC 0.078–0.081 dS m^{-1}，OM:19.6–20.8 g kg^{-1}，其餘 P:5–8 Kg ha^{-1}，K:85–104 mg kg^{-1}，Ca:393–403 mg kg^{-1}，MgO:89–99 mg kg^{-1}，各處間雖有差異但未有一致性。

各試驗處理土壤分析數值大多較參考值為低，僅 K 及 Mg 含量尚屬充足，依據王 (2006) 報告指出北部地區農地強酸性土壤約佔 1/2，本試驗於種植前已施用石灰質材料，惟其含量仍顯不足，故仍須繼續施用以提高作物產量及品質 (孟和傅，1995)。土壤 EC 值介於 0.07–0.08 dS m^{-1}，低於 0.26–0.6 dS m^{-1} 適宜值範圍，呈現肥力不足現象，依據三好 (1978)研究指出土:水=1:5 土壤 EC 值 0.5–1.5 dS m^{-1}，對作物生長才會產生負面影響。另土壤有機質含量均低於 30 g kg^{-1}，故須仍須增施有機質肥料，以提高作物產量及品質，過去對有機質肥料合理施用、土壤肥力與重金屬累積、有機資材利用及對作物生長之影響均有深入研究與探討 (蔡，1999；王和羅，2005)，其餘大量元素以磷元素含量最低，鈣元素則略低於適宜值範圍，故須注意補充之。

表 6. 不同灌溉方式對土壤肥力之影響

Table 6. Effects of different irrigation on the soil fertility

灌溉方式	pH (1:5)	EC (1:5) (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Bray no.1 P	Mehlich no.1 K	Mehlich no.1 Ca	Mehlich no.1 Mg
				---------- mg kg^{-1} ----------			
溝灌	5.7a^{x}	0.078ab	20.3a	7a	100a	429a	102a
旋轉噴灌	5.4c	0.088a	20.3a	7a	89a	382a	90a
塑膠管噴罐	5.6b	0.073b	19.4a	6a	85a	399a	87a
參考值	5.5–6.8	0.26–0.6	>30	11-50	30-100	570-1140	50-100

表 7. 不同耕犁方式對土壤肥力之影響

Table 7. Effects of different tillage on the soil fertility

耕犁方式	pH (1:5)	EC (1:5) dS m^{-1}	OM g kg^{-1}	Bray no.1 P	Mehlich no.1 K	Mehlich no.1 Ca	Mehlich no.1 Mg
				----------kg ha^{-1}----------			
耕犁 2 次作畦	5.5a^{x}	0.084a	17.8b	6b	81b	422a	92a
耕犁 2 次不作畦	5.6a	0.073b	21.5a	5b	105a	413a	95a
耕犁 1 次不作畦	5.6a	0.081ab	20.8a	8a	89ab	376a	92a

表 8. 不同品種對土壤肥力之影響
Table 8. Effects of different variety on the soil fertility

品種	pH (1:5)	EC(1:5) (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Bray no.1 P	Mehlich no.1 K	Mehlich no.1 Ca	Mehlich no.1 Mg
				----------(kg ha^{-1})----------			
桃園 3 號	5.6a[x]	0.080a	19.6a	8a	104a	403a	90a
台農 10 號	5.6a	0.078a	19.8a	7a	85b	393a	89a
台農 31 號	5.5a	0.081a	20.8a	5a	87ab	401a	99a

[x] LSD 顯著性測驗驗在 5%水準差異不顯著。
Means values within column followed the same letter are not significant by LSD at 5% probability level.

結論

經 3 年試驗均逢北部地區颱風或大雨危害，故未作畦處理，甘藷產量極低，以整地費用並無法涵蓋其產量的損失。故本試驗暫推薦北部地區甘藷栽種以塑膠軟管噴灌配合耕犂 2 次作畦為最佳方式。

參考文獻

三好洋。1978。土壤診斷法。東京：農山漁村文化協會。

王鐘和。2003。輪作的意義與要領。農業世界。239:28–31。

王斐能、羅秋雄。2005。溫室栽培下長期施用不同有機質肥料對土壤性質影響。有機質肥料之施用對土壤與作物品質之影響研討會論文集，台北市：國立台灣大學編印。97–104。

王斐能。2006。北部地區農田土壤肥力概況。桃園區農業改良場研究彙報第 59 號。桃園縣:行政院農業委員會桃園區農業改良場。47–56。

林斐婷。2008。一般廢棄物暨農林部門產生溫室氣體之探討-以桃園縣為例。國立台灣大學。台北市。

孟賜福、傅慶林。1995。施石灰石粉後紅壤化學性質的變化。土壤學報。32:300–307。

張家豪。2004。水稻田溫室氣體排放動態模式之發展及情景評估。國立雲林科技大學。雲林縣。

陳昱绮。2014。農產廢棄物裂解製成生物探對土壤溫室氣體產生之影響。嘉南藥理大學。嘉義縣。

黃鴻章、黃振文。2004。輪作是改變農作物與微生物命運的推手-淺談輪作栽培與作物病害防治。農業世界。254:26–33。

鄧耀宗、蔡永暭、劉英杰。1998。輪作體系在有機農法中之應用。農業與生態平衡研討會專刊。台中市：中華土壤肥料學會。26–46。

蔡宜峰。1999。禽畜糞堆肥對作物生長及土壤特性之影響。農業有機廢棄物處理與應用。台南市：中華生質能源學會。

Bullock, D. G.1992. Crop rotation. Cri. Rev. Plant Sci.11:309–326.

Crookston, R. K., Kurie, J. E., Copland, P. J., Ford, J. H., and Lueschen,W. E. 1991. Rotational cropping sequence affects yield of corn and soybean. Agron. J. 83:108–113.

Flannery, R. L. and D. K. Markus. 1980. Automated analysis of soil extracts for phosphorous, potassium, calcium and magnesium. Jour. Assoc. Off. Anal. Chem.63:779–787.

Knudsen, O., G. A. Peterson, and P. F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. In A. L. Page et al.,Eds. Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. Agronomy No. 9.American Society of Agronomy, Madison, WI. 225–246.

McLean, E. O. 1982. Soil pH and Lime requirement. In A.Klute et al. (ed.) Method of Soil Analysis. Park I. 2nd edition. ASA, Madison, WI.USA. 199–224.

Murphy, J. and L. E. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica. Chimica. Acta. 27:31–36.

Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organicmatter. In A. L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA. 539–579.

Olsen, S. R., and L. E. Sommers.1982. Phosphorus. In A. L. Page et al., Eds., Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed., Agron Monogr.9.ASAand SSSA,Madison,WI, 403–430. ASA, Madison, WI, USA.

Rhoades, J. D. 1982. Soluble salts. In A. L. Page (ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA. 167–179.

SAS Institute. 1990. SAS User Guide 6.10 Edition. SAS Institute Inc., SAS Circle, Box 8000, Cary, NC, USA.

Establish the Low-Input Cultivation System of Sweet Potato in Northern Taiwan

Chun-Chao Chuang[1]*

Abstract

The field trials operating at Taoyuan County Township, the main purpose is to conduct feed sweet potato provincial industrial cultivation of low-input technology the northern region. The results showthe plows secondary plot and plastic hose sprinkler 21.5 t ha^{-1} is the highest yield of Taoyuan No3. Theirrigation method was rotating sprinkler 11.6 t ha^{-1} the highest yield. The tillage method was plows secondary plot 13.9 t ha^{-1} the highestyield. Taoyuan No.313.4 t $ha^{-1}$was the highest yield. This experiment yields low reasons was due in August and September typhoon flooding. Another ridging soil preparation costs NT 20,000 per hectare. This test is less ridging treatment; high yield about 3,000 kg of sweet potato. The NT 10 per kg, totaling NT30,000. The cost of site preparation and cannot cover the loss of its production. The test temporarily recommended potato planted in plastic hose sprinkler with plows secondary ridging is the best way in northern Taiwan.

Keywords: Northern Taiwan, Sweet Potato, Low-Input Cultivation System.

1 Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station. Council of Agriculture, Executive Yuan. chuang@tydais.gov.tw

* Corresponding Author, Email: chuang@tydais.gov.tw; Tel: 03-4768216#330.